

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Задорожного Олега Федоровича
«Повышение эффективности светодиодных источников излучения на основе
InGaN/GaN», представленной на соискание ученой степени кандидата
технических наук по специальности 1.3.5 – Физическая электроника

Получение гетероструктур с пространственным ограничением носителей заряда во всех трех направлениях открывает широкие возможности создания новых перспективных оптоэлектронных и нанофотонных приборов и устройств, основанных на использовании квантовых эффектов. Создание светодиодных источников на основе барьера InGaN/GaN представляет особый научный и практический интерес, поскольку варьирование содержанием индия в матрице из GaN позволяет в широких пределах управлять глубиной квантовой ямы, а значит и спектром её излучения от ультрафиолетового до красного. В связи с этим, диссертационная работа Задорожного О.Ф., посвященная теоретическому и экспериментальному исследованию электрофизических и эмиссионных свойств гетероструктур на основе InGaN/GaN, несомненно, является актуальной. Полученные в работе научные результаты обеспечивают существенный прогресс в решении проблемы увеличения интенсивности оптического излучения светодиодных гетероструктур с квантовыми ямами.

В работе впервые получены новые научные результаты.

1. Показано, что при большом разбалансе концентраций электронов и дырок в полупроводнике бимолекулярная модель излучательной рекомбинации сменяется моделью рекомбинации, в которой скорость рекомбинации не зависит от концентрации легирующей примеси и определяется концентрацией неосновных носителей заряда.
2. Впервые составлена эквивалентная схема светоизлучающей гетероструктуры с квантовыми ямами, которая учитывает захват носителей заряда ямой, их излучательную рекомбинацию, а также протекание невзаимодействующего с ямами сквозного тока.
3. Разработана математическая модель и экспериментально апробирован новый метод исследования свойств полупроводниковых приборов с р-п переходом – метод резистивного профилирования, потенциально обладающий более высокой информативностью по сравнению с емкостным методом.
4. Предложена феноменологическая модель захвата носителей заряда квантовой ямой, основанная на модели рекомбинации Шокли - Рида – Холла. Модель позволяет рассчитать скорость генерации оптического излучения. В гетероструктурах из InGaN/GaN экспериментально определены энергии оптических фононов, участвующих в захвате электронов и дырок квантовой ямой.
5. Предложен профиль прямоугольной квантовой ямы, полученный совмещением прямоугольных ям разной толщины и глубины, позволяющий увеличить число захватываемых носителей заряда и тем самым увеличить интенсивность излучения гетероструктуры. Комбинирование ям треугольного профиля также может увеличивать интенсивность излучения, но меньше, чем комбинирование прямоугольных квантовых ям.

Практическая значимость диссертационной работы Задорожного О.Ф. не вызывает сомнений. На основе проведенных исследований разработана методика комбинирования квантовых ям прямоугольного и треугольного профилей, позволяющая повысить эффективность светоизлучающих гетероструктур до нескольких раз. Кроме того, предложен и экспериментально апробирован новый метод исследования свойств полупроводниковых приборов с р-п переходом, потенциально обладающий более высокой информативностью по сравнению с емкостными методами исследования - метод резистивного профилирования.

По материалам диссертации опубликованы 24 работы, в том числе 6 статей в журналах, входящих в перечень изданий, рекомендованных ВАК. Получен 1 патент на изобретение. В качестве замечания можно отметить следующее.

1. Не ясно, что именно автор называет гиперболической кривой 1 на рис. 1 автореферата.

2. В работе представлены оценки выигрыша в интенсивности излучения, получаемого при объединении прямоугольных или треугольных квантовых ям. Очевидно, что представленные значения будут зависеть от геометрических размеров и состава гетероструктур.
3. В автореферате встречаются ошибки и неточности. В частности, на стр. 12 автореферата ошибочно указано выражение (12).

Однако выдвинутые замечания не снижают ценности и положительной оценки рассматриваемой диссертационной работы. В автореферате достаточно четко сформулирована цель работы, обоснованы актуальность и новизна проведенных исследований. Основные положения и результаты, выносимые автором на защиту, не вызывают возражений.

Считаю, что диссертационная работа Задорожного Олега Федоровича «Повышение эффективности излучения светодиодных гетероструктур на основе InGaN/GaN» является законченной научно-квалификационной работой, удовлетворяющей всем требованиям ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Задорожный Олег Федорович заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.3.5 - Физическая электроника.

На обработку персональных данных согласен.

Заведующий лабораторией физики поверхностных явлений
Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Институт физики прочности и материаловедения СО РАН,
доктор физико-математических наук, профессор,
Панин Алексей Викторович
(специальность 01.04.07 – физика
конденсированного состояния)



Федеральное государственное бюджетное
учреждение науки Институт физики прочности
и материаловедения Сибирского отделения
Российской академии наук
г. Томск, проспект Академический 2/4, 634055
Тел. +7 (3822) 286-979, E-mail: pav@ispms.ru

Подпись Панина А.В. удостоверяю
Ученый секретарь ИФПМ СО РАН, к.ф.-м.н.



Матолыгина Н.Ю.

29.11.2023